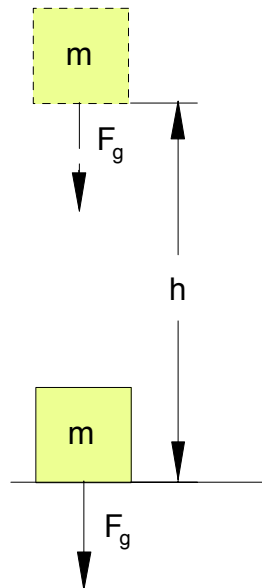


## Arbeitsformen

### Die Hubarbeit.



Ein Körper mit der Gewichtskraft  $F_g$  wird um die Höhendifferenz  $h$  angehoben.

Die dabei verrichtete Hubarbeit beträgt:

$$W = F_g \cdot h$$

Beispiel:

Eine Bücherkiste  $m = 25 \text{ kg}$  wird vom Fußboden auf einen Schrank der Höhe  $h = 2 \text{ m}$  angehoben. Welche Arbeit wird dabei verrichtet?

gegeben :  $m = 25 \text{ kg}$ ;  $F_g = 250 \text{ N}$ ;  $h = 2 \text{ m}$     gesucht :  $W$

$$W = F_g \cdot h = 250 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = \underline{\underline{500 \text{ Nm}}}$$

### Die Reibarbeit.



Die verrichtete Arbeit beträgt:

$$W = F_r \cdot s$$

Ein Körper wird entlang einer Strecke  $s$  verschoben. Die Reibung verursacht dabei die Reibungskraft  $F_R$ .

Beispiel:

Auf einem Schlitten der Masse  $m_1 = 10 \text{ kg}$  sitzt ein Schüler der Masse  $m_2 = 50 \text{ kg}$ .

Der Schlitten wird  $s = 300 \text{ m}$  über Eis gezogen.

Wie groß ist die dabei verrichtete Arbeit?

(Reibungszahl  $\mu = 0,02$ )

1. Berechnung der Reibungskraft:

$$F_r = \mu \cdot F_N \quad F_N = (m_1 + m_2) \cdot g = (10 \text{ kg} + 50 \text{ kg}) \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 600 \text{ N}$$

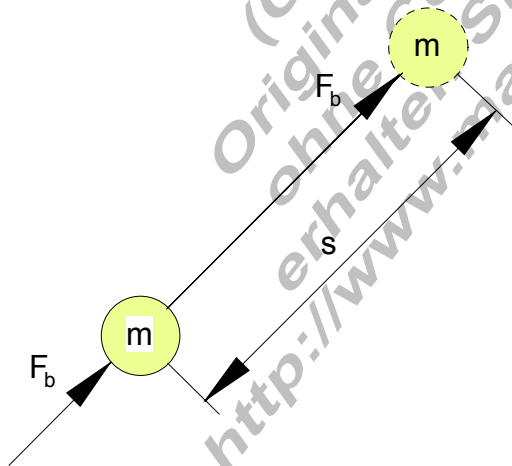
$$F_r = \mu \cdot F_N = 0,02 \cdot 600 \text{ N} = \underline{\underline{12 \text{ N}}}$$

2. Berechnen der Arbeit:

$$W = F_r \cdot s = 12 \text{ N} \cdot 300 \text{ m} = \underline{\underline{3600 \text{ Nm}}}$$

Die verrichtete Arbeit beträgt  $W = 3600 \text{ Nm}$ .

### Beschleunigungsarbeit



Soll ein Körper aus der Ruhe heraus auf eine bestimmte Geschwindigkeit gebracht werden, so ist dazu eine Kraft, die Beschleunigungskraft  $F_b$  erforderlich.

Sie wirkt auf der Beschleunigungsstrecke  $s$ .  
(z.B. Kugelstoßen)

$$W = F_b \cdot s$$

Beispiel:

Eine Kugel der Masse  $m = 5 \text{ kg}$  wird mit voller Kraft  $F_b = 400 \text{ N}$  gestoßen.

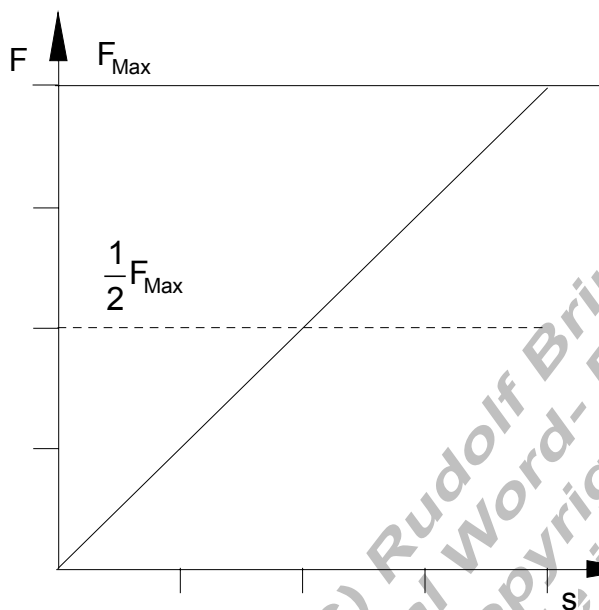
Der Beschleunigungsweg beträgt  $s = 60 \text{ cm}$ .

Wie groß ist die Arbeit?

$$W = F_b \cdot s = 400 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} = \underline{\underline{240 \text{ Nm}}}$$

Die zur Beschleunigung zu verrichtende Arbeit beträgt  $240 \text{ Nm}$ .

Spannarbeit.



Zieht man an einer Feder, so ist dazu Kraft erforderlich. Je länger die Feder gezogen wird, desto größer ist der Kraftaufwand. Nach dem Hookeschen Gesetz gilt für die Kraft

$$F = D \cdot s$$

Die Kraft steigt proportional mit dem Federweg. Um die dabei verrichtete Arbeit zu berechnen, bildet man den Mittelwert der Kraft.

$$\bar{F} = \frac{1}{2} F_{\text{Max}} \Rightarrow W = \frac{1}{2} F_{\text{Max}} \cdot s$$

Beispiel:

Eine Feder mit der Federkonstante  $D = 10 \text{ N/cm}$  soll um  $20 \text{ cm}$  gedehnt werden.

Welche Arbeit ist dazu erforderlich?

$$W = \frac{1}{2} F_{\text{Max}} \cdot s \quad F_{\text{Max}} = D \cdot s = 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 20 \text{ cm} = 200 \text{ N}$$

$$W = \frac{1}{2} F_{\text{Max}} \cdot s = \frac{1}{2} \cdot 200 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} = \underline{\underline{20 \text{ Nm}}}$$

Um die Feder zu spannen, ist die Arbeit  $W = 20 \text{ Nm}$  erforderlich.

Die gespannte Feder hat die Arbeit als Energie gespeichert.

Hubarbeit am Flaschenzug.

Eine Last von 1000 N soll um 1 m angehoben werden. Der dazu verwendete Flaschenzug hat 4 Rollen.

- Welche Hubarbeit ist ohne Flaschenzug erforderlich?
- Welche Hubarbeit ist mit Flaschenzug erforderlich?

Hubarbeit ohne Flaschenzug:

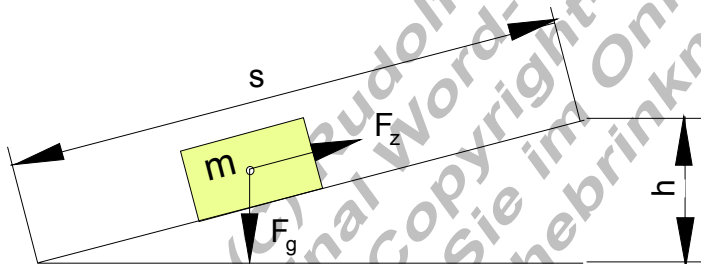
$$W = F \cdot h = 1000 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = \underline{\underline{1000 \text{ Nm}}}$$

Hubarbeit mit Flaschenzug:

$$\text{Formeln: } F_k = \frac{1}{n} \cdot F_L \text{ und } s_k = n \cdot s_L \text{ und } W = F_k \cdot s_k$$

$$W = F_k \cdot s_k = \frac{1}{n} \cdot F_L \cdot n \cdot s_L = F_L \cdot s_L = 1000 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = \underline{\underline{1000 \text{ Nm}}}$$

Die Arbeit ist in beiden Fällen gleich. Beim Flaschenzug hat man eine Kräftersparnis, dafür ist der Weg länger (goldene Regel der Mechanik).

Arbeit an der schiefen Ebene.

$$\text{Hubarbeit: } W = F_g \cdot h \quad \text{Zugarbeit: } W = F_z \cdot s$$

Sieht man von der Reibung ab, dann ist die Hubarbeit gleich der Zugarbeit.

<b>Merke:</b>	Die Größe der verrichteten Arbeit hängt nur von dem Anfangs- und von dem Endzustand eines Körpers ab. Sie ist unabhängig davon, wie der Körper in den Endzustand gelangt ist.
---------------	---